

pu aboutir ; il est à craindre qu'on ne puisse de longtemps triompher de cette apathie aussi regrettable que générale.

M. Guillard fait à la Société la communication suivante :

SUR LES MOUVEMENTS ET LES LIEUX SPÉCIAUX DE LA SÈVE,
par **M. Ach. GUILLARD.**

PREMIÈRE PARTIE.

La situation et la marche de la sève ont donné lieu à des débats dont la persistance témoigne à la fois et de la difficulté et de l'importance de la question. On s'est attaché presque uniquement à soutenir ou à combattre l'opinion qui faisait des organes appelés *vaisseaux lymphatiques* les réceptacles et les conducteurs de la sève. Cette opinion qui, au rapport de M. Grœnland (1), est aujourd'hui généralement abandonnée en Allemagne, et qui naguère encore a été soutenue en France comme une loi générale de la physiologie, paraît maintenant restreinte à des cas particuliers par ceux qui en ont été les derniers partisans (2). Mais il règne encore tant de doute en ce sujet, que les traités élémentaires les plus récents et les plus avancés évitent de l'aborder. Il n'est donc pas sans intérêt de rechercher, même indépendamment de la question des vaisseaux, quels sont les *lieux spéciaux* de la sève dans l'économie générale du règne. Je serai guidé dans cette recherche ou dans cet exposé, soit par les observations et les expériences déjà connues, que je rappellerai très-brièvement, soit par celles qui me sont propres.

La sève est brute ou élaborée. La sève brute est considérée comme ascendante, la sève élaborée comme descendante. Cette distinction qui est fondée, mais qu'il ne faudrait pas presser trop absolument, peut servir à la division du sujet.

I. — Sève ascendante.

La sève qu'aspirent les racines est ascendante non-seulement dans la tige, les branches et les rameaux, mais dans les Pétioles (3), dans les Feuilles, et enfin dans les bourgeons dès qu'ils ont acquis une longueur appréciable ou des organes distincts. La fleuraison l'appelle ensuite à des dérivations analogues et plus diversifiées.

Le bourgeon tant qu'il reste bourgeon, l'immense majorité des pétioles, des Feuilles, des pédoncules, des organes floraux (du moins avant la fructification),

(1) *Bull. Soc. bot. Fr.* V, 358.

(2) *Comptes rendus*, 29 juin et 6 juillet 1863.

(3) A la demande expresse de M. A. Guillard, la Commission du Bulletin consent à admettre ses innovations en fait d'orthographe, bien qu'elle ne partage pas son opinion sur leur opportunité.

sont dépourvus de corps ligneux. Il en est de même des rameaux, branches et tiges des plantes herbacées (à durée déterminée ou indéterminée) et sous-frutescentes. Il en est de même enfin pour les monocotylédones et pour les cryptogames. Ce n'est donc point pour ces cas, de beaucoup les plus nombreux du règne, qu'on a pu dire que la sève monte par le bois. L'ascension de la sève dans les tiges, branches et rameaux des plantes arborescentes, n'est qu'un cas particulier du grand phénomène général.

Quelle voie suit-elle dans ces organes pérennes? La sève élaborée étant considérée comme plus dense que l'eau pompée par les racines, l'endosmose doit faire entrer celle-ci partout où l'autre a pénétré, partout où nous trouvons les matières graisseuses, résineuses, gommeuses, sucrées, féculentes, salines, cristallisées ou amorphes, qui se déposent dans la marche de la sève organisée, c'est-à-dire : dans la moelle centrale, avant qu'elle soit devenue marcescente et vide, dans la moelle annulaire (1), qui est si fréquemment féculée ou protéinée ainsi que ses prolongements radiaires, dans les tubules du bois (fibres ligneuses) qui sont toujours protéinés et quelquefois garnis de fécule, dans la zone *cambium* où personne ne conteste l'existence de la sève élaborée et qui d'ailleurs offre souvent des cristaux, dans le liber toujours protéiné, dans l'écorce extérieure, riche de toutes les substances que nous avons énumérées, — partout enfin, dans tous les organes, excepté un seul, les vaisseaux (rayés ou ponctués), où l'on ne trouve jamais aucune de ces substances, aucun de ces dépôts.

Cette induction, quant aux situations diverses de la sève, se vérifie par la vue directe et par quelques coups de scalpel. On peut la vérifier ici même et en ce moment sur les branches d'arbres que je présente. La moelle centrale est généralement blanche et sèche; mais dans ces branches de Pommier, de Poirier, de Cognassier, elle est encore humide et vivante, car c'est un caractère des Pomacées de garder quatre ou cinq ans leur moelle centrale en état d'activité. Au contraire, sur ces rameaux de Marronniers, d'Érables, qui n'ont pas un an de bois, la moelle centrale paraît avoir déjà perdu toute humidité; mais la moelle annulaire garde sa couleur faiblement verdâtre, et elle est évidemment imprégnée de sève. Le bois semblerait sec; mais si on le presse isolément entre l'ongle et le dos du scalpel, son humidité apparaît entre les tubules et tout autour des vaisseaux. L'écorce est certainement la plus imprégnée de sève, la plus aqueuse; mais l'eau ne coule à la section que de la zone *cambium*.

La présence de la sève, indiquée à divers degrés dans les zones que nous passons en revue, sera plus marquée dans un mois ou deux; mais sa distribution sera la même, et la recrudescence d'activité printanière (nous l'avons observé bien souvent) ne changera pas les proportions que nous pouvons reconnaître aujourd'hui.

(1) *Ann. sc. nat.* VIII (1847), p. 295 seqq. — Duchartre, *Éléments*, p. 143.

Tout en constatant l'existence de la sève en proportions diverses dans toutes les zones qui constituent le cylindre de la tige, il y a lieu de se demander si l'une de ces zones est *indispensable* à la marche de la sève.

Ce n'est pas la moelle : car plusieurs plantes (Graminées, Composées, Lonicérées) n'ont à sa place qu'un vide cylindrique, souvent dès la première année ; et les arbres creux, qui ont perdu leur moelle et la plus grande partie de leur bois, poussent néanmoins des jets d'une très-grande vigueur, et continuent à fleurir et à fructifier.

Ce n'est pas le corps ligneux, puisque les plantes qui en sont pourvues sont en minorité dans le règne. Chez les arbres mêmes, l'activité végétative semble redoubler en raison du bois qu'ils ont perdu. Nous voyons, dans nos bois, des Châtaigniers non-seulement creux, mais ouverts de part en part, à tel point qu'un sentier les traverse. Ils semblent ne soutenir leurs deux parois que par leur écorce reproduite. Et avec cela il en est tel qui pousse un jet de 10 mètres de hauteur directe, et de 7 à 9 décimètres de tour. Je ne vois rien de pareil sur les arbres dont le cœur est sain.

Ce n'est pas l'écorce, puisque les arbres que Duhamel a écorcés du haut en bas ont vécu encore, même trois et quatre ans, ont donné feuilles et fleurs. Ils ont fini par périr tous, il est vrai ; mais ils avaient vécu, ils avaient amené l'eau depuis les racines jusqu'aux feuilles, sans le secours de l'écorce. On sait bien d'ailleurs qu'il y a des plantes (les Platanes, les Chèvrefeuilles) chez lesquelles la décortication ou le desséchement complet de l'écorce sont des faits naturels, normaux, et dont elles ne paraissent pas souffrir.

Il ne reste plus que la *zone cambium* que l'on puisse regarder comme indispensable à la marche de la sève. En effet, nous ne connaissons aucune plante qui en soit dépourvue ; et, dirons-nous tout à l'heure, aucun organe extérieur qui n'en offre la représentation. Mais, pour bien apprécier l'universalité de cette loi, il faut reconnaître l'existence de ce *lieu spécial de la sève* à travers toutes ses mutations de forme et de position. C'est ce que nous allons tâcher de faire dans l'article qui suit. Nous devons auparavant dire quelques mots des expériences sur lesquelles on a voulu appuyer les systèmes sur l'ascension de la sève.

Duhamel met tremper dans l'encre des branches coupées de divers arbres. Après un certain temps, il trouve aux branches de Sureau, de Figuier, d'Amandier, de Chèvrefeuille, de Coudrier, des filets noirs qui se sont élevés dans le bois ; il n'y en a point, dit-il, dans l'écorce ni dans la moelle. Il en conclut que la sève ne s'élève que par les fibres ligneuses. Conclusion hasardée : car il trouve lui-même que, pour les branches d'Orme, de Tilleul, la moelle et l'écorce se colorent quelquefois jusqu'au premier nœud. Un peu plus loin il reprend la question, et il réduit son induction première à cette expression de fait, contre laquelle il n'y a pas d'objection : « Il monte une grande quantité de sève par la voie des fibres ligneuses »

(p. 292). Puis, observant que « l'écorce est beaucoup plus remplie de liqueur que le bois » (ce que chacun peut voir aisément), ayant d'ailleurs vu couler *de l'écorce et du bois* la sève des Érables qu'il entaillait en février (I, p. 66), il convient qu'il n'y a que les injections colorées qui *paraissent prouver* que la sève ne s'élève que par la partie ligneuse (p. 299).

J'avoue que la preuve ne me paraissait pas assez claire pour mettre à néant les observations simples et directes qui lui sont contraires. J'ai cherché à l'éclaircir ou à la vérifier par des expériences de même sorte. J'ai trempé dans de l'encre (dite japonaise) des rameaux d'*Iberis semperflorens* portant feuilles et fleurs. Ils y ont plongé de 1 centimètre ou 2 pendant quinze heures. L'encre s'est élevée peu à peu, — exclusivement dans les faisceaux trachéo-séveux du verticil. En section longitudinale, je vois qu'elle n'est entrée ni dans les trachées, ni dans les vaisseaux, ni dans les tubules. Elle imprègne seulement leurs parois. Les trachées et vaisseaux gardent leurs colonnes de fluide aériforme. Je dois ajouter que le pied des rameaux s'est contracté, aminci dans l'encre, comme ayant ressenti l'effet styptique du tannin : la moelle et l'herbacée se sont dissoutes; elles étaient presque aussi humides l'une que l'autre.

Un rameau, jeune et tendre, de Rosier-Bengale, a eu de même son pied noirci et crispé. L'encre s'est élevée dans les faisceaux trachéo-séveux à 2 centimètres au-dessus de l'immersion.

Rosa rubiginosa. L'encre s'est élevée d'abord un peu partout, sauf dans le liber; mais elle ne noircit (vue au microscope en présence d'une goutte de glycérine) que le pourtour du liber dans l'herbacée, le cambium, les rayonnements cellulaires, complets (médullaires ou centrifuges) et incomplets (cambiens ou centripètes, très-notables en cette plante). L'encre s'est élevée ainsi, mais en noircissant de moins en moins, jusqu'à 15 centimètres. Ce qu'il y a surtout de remarquable, c'est qu'elle a envahi les jeunes rameaux en évolution, lesquels sont, comme on sait, en communion avec la tige par le cambium et l'écorce. Le liquide injecté s'est donc propagé du cambium de la branche au cambium des rameaux nouveaux, dont il a noirci toute l'écorce. Il a noirci aussi le bas du pétiole de leurs premières feuilles; mais les trois faisceaux vasculaires sont restés blancs.

Evonymus europæus. Plongé une branche porteur des rameaux bi-postaxillaires chargés de boutons. (Ces expériences sont du mois d'avril.) L'encre s'est élevée par le cambium, à 8 centimètres au-dessus du niveau. Aux 2 premiers centimètres elle s'est répandue assez sensiblement dans l'écorce et au pourtour du bois; plus haut dans le cambium seul. Elle se montre notamment dans le cercle mince où le bois nouveau commence à se former autour du bois de l'an passé.

Au bas d'une branche de Cassis, j'ai extirpé le bois dans une longueur de 5 centimètres. Je l'ai plongée de 2 centimètres dans l'encre par l'écorce : en

trois jours l'encre s'est élevée, dans l'écorce, à 2 centimètres et demi au-dessus de son niveau.

Au haut d'une autre branche du même arbuste, j'ai enlevé l'écorce dans une longueur d'environ 4 centimètres. Puis, renversant la branche, j'ai immergé de 2 centimètres le bois ainsi dénudé. L'encre s'est élevée à plus de 21 centimètres, d'abord dans le bois et dans la moelle, mais seulement dans la moitié extérieure de l'épaisseur du bois, la moitié intérieure faisant un manchon blanc entre le cylindre noir de la moelle et le manchon noir du bois le plus jeune. Puis au-dessus du bois dénudé l'encre a continué de même, noircissant en outre toute l'écorce. Mais elle a abandonné la moelle au-dessus de 5 centimètres. Au-dessus de 15 centimètres la coloration du bois s'est affaiblie graduellement ; et enfin il n'y a plus eu qu'un cercle noir entre bois et écorce (cambium). La branche fendue en deux vous laisse voir ces gradations et dégradations.

Dans une branche de vigne de l'an passé, coupée pour l'expérience, l'encre s'est élevée à 8 centimètres, dans quelques-uns des grands vaisseaux, et plus abondamment dans le cambium en pans séparés par les rayonnements cellulaires ; mais elle n'a pas pénétré dans ces rayonnements, ni dans la moelle.

Cissus quinquefolia. Bois enlevé au bas de la branche plongée à 2 centimètres. En quarante-huit heures, l'encre s'est élevée de 12 à 15 millimètres dans l'écorce ; puis elle s'est élevée seulement dans le cambium, à 1 centimètre, sans pénétrer dans le bois.

Dans une autre branche du même, sans enlèvement de bois ni d'écorce, l'encre est montée dans le bois seul. C'est évidemment un effet de capillarité dans les vaisseaux dont ce bois est tout perforé. Le liquide n'a pénétré ni dans l'écorce ni dans la moelle, même au-dessous de son niveau. Dans le bois, il est monté à 7 centimètres, puis dans le cambium seul à 1-2 centimètres de plus, même en traversant un nœud.

On voit par les résultats de ces expériences que le liquide coloré s'infiltré variablement selon les plantes et selon les conditions auxquelles on les soumet. Toutefois on peut remarquer que, s'il y a une zone qui participe dans tous les cas à l'infiltration, cette zone est celle du cambium.

La difficulté que les liquides d'injection trouvent, en certains cas, à s'élever dans l'écorce s'explique peut-être par la résistance que leur opposent les substances huileuses, grasseuses ou résineuses, dont cette enveloppe extérieure est le réceptacle habituel.

L'écorce est une couche continue qui s'étend, sans arrêt ni intermission, depuis l'extrémité la plus basse des racines jusqu'au sommet des feuilles les plus élevées. C'est un puissant appareil d'évaporation, qui fonctionne sans relâche, à la condition de recevoir des racines une quantité d'eau proportionnée à celle qu'il éjecte. Si une observation attentive démontre que le cambium a un

développement aussi étendu que l'écorce, on ne pourra se refuser à le reconnaître comme l'agent le plus indispensable de la transmission de la sève.

Il est bien plus facile de concevoir comment la sève se peut élever des racines aux Feuilles par le parenchyme que par le corps ligneux. En effet, les spongioles ne sont pas en rapport avec le corps ligneux de la racine, mais avec ses couches celluleuses, et « de ces premières cellules (disent MM. Decaisne et Naudin), l'eau absorbée passe successivement dans les suivantes, et arrive de proche en proche jusqu'aux parties les plus élevées » (1).

Ajoutons que la sève s'élève dans les jeunes rameaux en évolution avant que les fibres ligneuses y soient formées : il faut donc bien qu'elle ait d'autres voies pour s'élever.

Si c'est le bois qui élève la sève, comment la fait-il passer dans les Feuilles ? Car il est facile de s'assurer qu'à l'époque où la Feuille est en évolution il n'y a aucune communication ligneuse entre elle et le rameau qui la porte.

L'expérience célèbre de Coulomb montre avec évidence que le corps ligneux n'est pas la grande route, la route privilégiée du transport de la sève. Vers la fin de germinal an IV, Coulomb perce plusieurs grands peupliers d'Italie avec une grosse tarière. Ce sont des arbres de 3 à 4 décimètres de diamètre ; le trou, horizontal, est à 1 mètre au-dessus du sol. *Jusqu'à 2 ou 3 centimètres de distance du centre de l'arbre* (c'est-à-dire dans toute la traversée du bois), *la mèche est à peine humide*. Parvenu à cette distance (de l'axe de l'arbre), on a l'eau sortant en abondance, avec bruit continu de bulles d'air. L'éjaculation continue pendant tout l'été, mais en s'affaiblissant graduellement. Elle est presque nulle la nuit et les jours humides et froids (2).

Coulomb conclut avec raison que l'ascension se faisait par les parties avoisinant le canal central de l'arbre : c'était dire par la moelle annulaire.

L'ascension de la sève par la moelle annulaire et son passage par les rayonnements cellulaires qui sont les prolongements de cette moelle, peuvent expliquer comment les arbres que Duhamel avait dépouillés de toute leur écorce ont continué à végéter pendant quelques années.

Ces grands rayonnements cellulaires qui partent de la moelle annulaire démontrent qu'elle est douée d'une force centrifuge persévérante, puisqu'ils se prolongent en droite ligne à travers toutes les couches de bois qui se forment chaque année concentriquement à la première couche, et même à travers le cambium et (en certains cas) le liber. Cette force centrifuge explique très-bien la poussée excentrique de la sève.

Le cambium, au contraire, paraît avoir une action centripète, révélée par d'autres rayonnements cellulaires, plus petits, qui, partant de la zone cambiale postérieurement aux premiers développements de la tige, s'avancent vers le

(1) *Man. de l'am. des jard.* I, 143.

(2) *Journ. de phys.* XLIX, p. 392 (brumaire an VIII). — *Mém. de l'Institut*, an VII.

centre à travers le bois, entre les grands rayonnements médullaires. Ces rayonnements centripètes restent ordinairement incomplets (pl. II, fig. 3, r).

Cet épanchement du cambium dans les couches ligneuses s'accorde bien avec le rôle qu'on lui attribue de charrier la sève descendante. Ce rôle permettrait-il l'ascension de la sève par la même zone? Il ne me paraîtrait pas impossible que la sève, par une sorte de flux et de reflux, ou d'action et de réaction, montât et redescendît alternativement par la même voie. Ce qui rendrait probable cette hypothèse, c'est ce fait, que je crois avoir déjà annoncé ici et que je mettrai un jour plus en lumière, que *les vaisseaux du bois se forment de haut en bas dans le cambium* libre encore, et que *les tubules ou fibres ligneuses se forment ensuite de bas en haut* autour des vaisseaux et derrière eux dans ce même cambium, qu'ils transforment en aubier. On ne pourrait conséquemment reprendre les botanistes qui, sans contester que la sève descende par le cambium, veulent que dans les arbres elle monte par l'aubier.

(La suite à la séance du 22 février.)

SÉANCE DU 8 FÉVRIER 1867.

PRÉSIDENCE DE M. DUCHARTRE, VICE-PRÉSIDENT.

M. Bescherelle, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la séance du 25 janvier, dont la rédaction est adoptée.

M. le Président annonce deux nouvelles présentations.

M. Duchartre signale dans le journal de Silliman un article de M. Asa Gray sur les inconvénients qu'occasionnent les remaniements de genres en botanique, et s'élève contre les changements de noms proposés par M. Mueller Argov.; il cite entre autres familles celle des Euphorbiacées dans laquelle sur dix-sept genres linnéens huit ou neuf restent seuls admis par l'auteur.

M. Grœnland fait à la Société la communication suivante :

SUR LA PRÉPARATION DU CHLORURE DE ZINC IODÉ, EMPLOYÉ DANS LES RECHERCHES
D'HISTOLOGIE VÉGÉTALE, par **M. Johannes GRÆNLAND.**

En faisant cette communication à la Société, je n'ai point la prétention de lui parler d'une découverte nouvelle; il s'agit, au contraire, d'une découverte faite, il y a déjà seize ans, par le professeur Schulz de Rostock. Si, néanmoins, j'ose demander pour quelques moments l'attention de la Société, c'est qu'il